

**ANALISIS REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE*
PENALIZED (Studi Kasus : Presentase Kemiskinan di Jawa
Tengah Tahun 2018)**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana S-1 Program Studi Matematika**



Diajukan Oleh

Nurul Hajatin

16610041

Kepada

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2021



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:


Nama : Nurul Hajatin
NIM : 16610041
Judul Skripsi : Analisis Regresi Nonparametrik *Spline Penalized*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 5 Mei 2021
Pembimbing


Moh. Farhan Qudratullah, M.Si
NIP. 19790922 200801 1 011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1107/Un.02/DST/PP.00.9/07/2021

Tugas Akhir dengan judul : ANALISIS REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE PENALIZED
(Studi Kasus: Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah Tahun 2018)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NURUL HAJATIN
Nomor Induk Mahasiswa : 16610041
Telah diujikan pada : Kamis, 24 Juni 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 60e56764d698



Penguji I
Dr. Epta Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 60e54df8ae64



Penguji II
Dr. Muhammad Wakid Musthofa, S.Si.,
M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60e52f90e61d



Yogyakarta, 24 Juni 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Kharul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60e534208544

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Hajatin

NIM : 16610041

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 06 Juni 2021

Yang Menyatakan


Nurul Hajatin
(Nurul Hajatin)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Dengan iringan do'a dan mengucapkan syukur kepada Allah SWT.

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Kedua orangtua yang selalu menyemangati dan mendoakan tiada henti dan selalu menasehati serta memberikan dorongan sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.

Kakak dan Keponakan serta semua keluarga besar yang selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis.

Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta

Bapak Ibu dosen serta Teman-teman yang selalu memberi inspirasi, motivasi dan semangat untuk penulis

MOTTO

“ Dan barang siapa berserah diri kepada Allah, sedang dia orang yang berbuat kebaikan, maka sesungguhnya dia telah berpegang kepada buhul (tali) yang kukuh. Hanya kepada Allah kesudahan segala urusan” (Q.S. Lukman: 22)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbi'alamin puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Regresi Nonparametrik *Spline Penalized***” dapat selesai dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta arahan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa, oleh karena itu sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika .

4. Bapak Mohammad Farhan Qudratullah, M.Si., selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga kepada penulis, sehingga ilmu yang telah didapat memudahkan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan semangat dan nasihat agar dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
6. Bapak/ Ibu Dosen dan Staff Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu, bimbingan dan pelayanan selama perkuliahan sampai penyusunan skripsi.
7. Kedua orang tua (Bapak Wahim dan Ibu Watmi) yang selalu memberi dukungan, semangat serta doa yang tiada henti untuk penulis.
8. Kakak tersayang Sri Mujiarti, Pujiyanto serta keponakan tercinta Al ghazali Okta Ananda yang selalu menyemangati penulis.

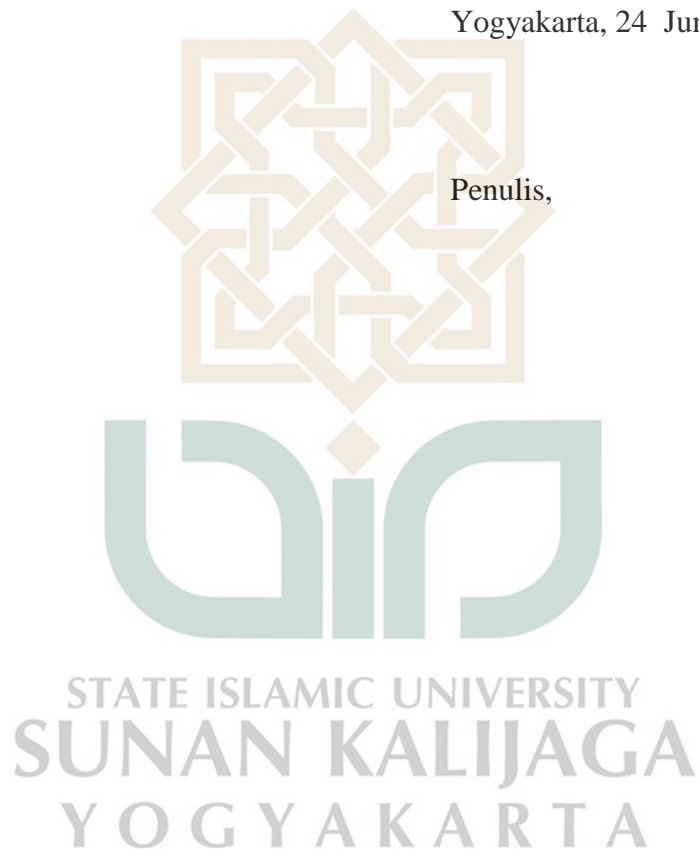
9. Sahabat-sahabat penulis yang telah banyak membantu memberikan semangat, motivasi dan selalu bersedia mendengarkan keluh kesah penulis.
10. Teman-teman prodi Matematika angkatan 2016 dan teman-teman satu bimbingan yang saling menyemangati satu sama lain.
11. Semua pihak yang sudah mendukung, mendoakan dan menyemangati penulis, yang tidak bisa penulis tulis satu persatu.

Semoga segala doa, perhatian, dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang berlipat-lipat dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam pengerjaan skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Yogyakarta, 24 Juni 2021

Penulis,



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN KEASLIAN	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SIMBOL	xix
INTISARI	xx
ABSTRACT	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	9
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Penelitian.....	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	11
1.7 Tinjauan Pustaka	12
1.7 Sistematika Penulisan.....	16

BAB II LANDASAN TEORI	18
2.1 Matriks	18
2.1.1 Jenis Matriks.....	19
2.1.2 Operasi Matriks	22
2.1.3 Transpose Matriks	26
2.1.4 Matriks Simetris	27
2.1.5 Determinan Matriks.....	27
2.1.6 Aturan Cramer.....	28
2.1.7 Invers Matriks.....	30
2.1.8 Trace Matriks.....	31
2.1.9 Matriks Definit Positif.....	31
2.2 Turunan.....	32
2.2.1 Aturan Pencarian Turunan.....	33
2.3 Variabel Random.....	39
2.4 Fungsi Distribusi Peluang.....	39
2.5 Karakteristik Distribusi Peluang.....	40
2.5.1 Ekspektasi.....	41
2.5.2 Variansi.....	41
2.6 Distribusi Normal	42
2.6.1 Sifat-Sifat Distribusi Normal.....	43
2.7 Analisis Korelasi	43

2.7.1 Korelasi Pearson Product Moment.....	45
2.7.2 Korelasi Spearman.....	46
2.7.3 Korelasi Kendall (tau)	47
2.8 Analisis Regresi.....	47
2.8.1 Analisis regresi linear sederhana	50
2.8.2 Analisis regresi linear berganda	50
2.8.3 Asumsi Model Regresi Linear.....	51
2.8.4 Estimasi Regresi Linear Sederhana dengan MKT.....	52
2.8.5 Sifat-Sifat Estimator Regresi Linear Sederhana.....	58
2.8.6 Pengujian Parameter Model.....	65
2.8.7 Penyimpangan dalam Analisis Regresi	69
2.9 Mean Square Error (MSE).....	77
2.10 Generalized Cross Validation (GCV).....	78
2.11 Spline.....	78
2.12 Penalized Spline	81
2.13 Kemiskinan.....	83
2.13.1 Ukuran Kemiskinan.....	84
2.13.2 Faktor-Faktor Mempengaruhi Kemiskinan	86
BAB III METODE PENELITIAN	88
3.1 Data dan Jenis Penelitian.....	88
3.2. Metode Pengumpulan Data	89

3.3. Populasi dan Sampel.....	89
3.4. Variabel penelitian.....	89
3.5. Pengolahan Data.....	90
BAB IV PEMBAHASAN	93
4.1 Regresi Non Parametrik	93
4.2 Spline.....	95
4.2.1 Spline Linear	98
4.2.2 <i>Spline</i> Kuadrat.....	99
4.3 Penalized Spline	100
4.4 Model <i>Regresi Spline</i> dalam Matriks	102
4.5 Estimasi <i>Penalized Spline</i> dengan Metode Kuadrat Terkecil.....	103
4.6 Pemilihan Titik Knot Optimal	107
4.7 Pemilihan Parameter Pemulus.....	108
4.8 Pemilihan Model	109
BAB V STUDI KASUS	111
5.1 Deskripsi Data Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah..	111
5.2 Korelasi Antar Variabel.....	118
5.2.1 Hubungan Variabel Dependen Y Dengan Variabel Independen X1.....	118
5.2.2 Hubungan Variabel Dependen Y Dengan Variabel Independen X2.....	120

5.3 Pemilihan Titik Knot dan Lambda Optimal	122
5.4 Estimasi Parameter Model <i>Spline Penalized</i>	123
5.4.1 Estimasi Parameter Untuk Orde 1 Dengan Knot 1	123
5.4.2 Estimasi Parameter Untuk Orde Satu Dengan Knot 2... ..	123
5.4.3 Estimasi Parameter Untuk Orde Dua Dengan Knot 1	124
5.4.4 Estimasi Parameter Untuk Orde Dua Dengan Knot 2... ..	124
5.5 Model Spline Penalized	125
5.5.1 Pendekatan Spline Penalized Dengan 1 Knot Dan 1 Orde	125
5.5.2 Pendekatan Spline Penalized Dengan 2 Knot Dan 1 Orde	126
5.5.3 Pendekatan Spline Penalized Dengan 1 Knot Dan 2 Orde	126
5.5.4 Pendekatan Spline Penalized Dengan 2 Knot Dan 2 Orde	127
5.6 Pemilihan Model	128
5.6 Perbandingan data aktual dengan data prediksi	130
BAB VI PENUTUP	132
6.1 Kesimpulan	132
6.2 Saran	132
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	145
CURRICULUM VITAE	165

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka	13
Tabel 2.1 Teknik Korelasi Dua Variabel	44
Tabel 2.2 Tabel Anova.....	66
Tabel 5.1 Karakteristik Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah	112
Tabel 5.2 Titik Knot dan Lambda.....	122
Tabel 5.3 Parameter Model Spline Penalized 1 Titik Knot ..	123
Tabel 5.4 Parameter Model Spline Penalized 2 Titik Knot ..	123
Tabel 5.5 Parameter Model Spline Penalized 1 Titik Knot	124
Tabel 5.6 Parameter Model Spline Penalized 2 Titik Knot	124
Tabel 5.7 Nilai AIC dan BIC	128



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart	92
Gambar 4.1 Ilustrasi pola perubahan data dalam regresi <i>spline</i> linear	96
Gambar 5.1 Grafik tingkat kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018.....	111
Gambar 5.2 Grafik APS di Jawa Tengah tahun 2018.....	114
Gambar 5.3 Grafik TPT di Jawa Tengah tahun 2018	116
Gambar 5.4 Plot Variabel Y dengan X1	118
Gambar 5.5 Plot Variabel Y dengan X2	120
Gambar 5.6 Plot Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi	130

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kemiskinan Jawa Tengah 2018	145
Lampiran 2 Program Pemilihan Orde, Parameter Penghalus Dan Banyak Knot	147
Lampiran 3 Program Estimasi Model Regresi Nonparametrik Spline Penalized	159
Lampiran 4 R Script Mencari AIC Dan BIC	163
Lampiran 4 R Test Kolmogorov Smirnov	164



DAFTAR SIMBOL

ε	: Error
$f(x)$: Fungsi Regresi
x	: Variabel Independen
y	: Variabel Dependen
β_0	: Konstanta
β_i	: Koefisien Pada Variabel Ke-I
k	: Titik Knot
m	: Orde
s	: Jumlah Knot
n	: Banyak Data
λ	: Parameter Penghalus
\hat{y}	: Estimasi Variabel Independen
$\hat{\beta}$: Parameter
$\text{Tr}(A)$: Trace Dari Matriks A
PLS	: Penalized Least Square

ANALISIS REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE* *PENALIZED*

(Studi Kasus: Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah
Tahun 2018)

Oleh : Nurul Hajatin

INTISARI

Analisis regresi digunakan untuk menyelidiki pola hubungan fungsional antara variabel dependen dan variabel independen. Pada analisis regresi terdapat tiga jenis regresi salah satunya adalah regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik digunakan apabila bentuk kurva tidak diketahui sebelumnya. Salah satu pendekatan regresi nonparametrik adalah regresi *spline*. Regresi *spline* merupakan model regresi yang memiliki sifat tersegmen yang dihubungkan oleh titik knot yang dapat menjelaskan karakteristik data. Dalam regresi *spline* memiliki beberapa estimator seperti *truncated*, *smoothing*, dan *penalized*. Pada penelitian ini, penulis akan membahas salah satu estimator *spline* yaitu *spline penalized*. Estimator *spline penalized* akan diterapkan pada kasus tingkat kemiskinan di Jawa Tengah dengan menggunakan 2 faktor yang mempengaruhi kemiskinan yaitu Angka Partisipasi Sekolah dan Tingkat Pengangguran Terbuka. Metode *spline penalized* terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah model *penalized spline* dengan satu orde dan satu titik knot optimal yaitu:

$$Y = 34.302231 - 0.374430x_1 - 0.353055(x_1 - 70.09)_+ + 0.137242x_2 + 0.005833(x_2 - 4)_+$$

Pada saat angka partisipasi sekolah (APS) (X_1) kurang dari 70,09% maka apabila APS naik satu persen, nilai presentase penduduk miskin cenderung turun 0,374%. Sebaliknya jika APS lebih dari 70,09% maka presentase penduduk miskin cenderung turun sebesar 0,727%.

Kemudian untuk tingkat pengangguran terbuka (TPT)(X_2) kurang dari 4% maka apabila TPT naik satu persen, nilai presentase kemiskinan naik sebesar 0,137% dan jika TPT lebih dari 4% presentase kemiskinan naik sebesar 0,143%.

Kata kunci : Regresi Nonparametrik, Spline, Spline Penalized, Kemiskinan



NONPARAMETRIC REGRESSION ANALYSIS SPLINE PENALIZED

(Case Study: Percentage of Poverty in Central Java 2018)

By : Nurul Hajatin

ABSTRACT

Regression analysis used to investigate patterns of functional relationships between the dependent variable and the independent variable. In the regression analysis, there are three types of regression, one of which is nonparametric regression. Nonparametric regression is used when the shape of the curve is not known beforehand. One of the nonparametric regression approaches is spline regression. Spline regression is a regression model that has segmented properties connected by knots that can explain the characteristics of the data. In regression spline has several estimators such as truncated, smoothing, and penalized. In this study, the author will discuss one of the spline estimators, namely the penalized spline. The spline penalized estimator will be applied to the case of the poverty rate in Central Java by using 2 factors that affect poverty, namely the School Participation Rate and the Open Unemployment Rate.

When the school participation rate (X_1) is less than 70.09%, if the X_1 increases by one percent, the percentage value of the poor tends to decrease by 0.374%. Conversely, if the X_1 is more than 70.09%, the percentage of poor people tends to decrease by 0.727%. Then for the open unemployment rate (X_2) less than 4%, if the X_2 increases by one percent, the percentage value of poverty increases by 0.137% and if the X_2 is more than 4% the percentage of poverty increases by 0.143%.

Keywords : Nonparametric Regression, Spline, Spline Penalized, Poverty

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Statistik berasal dari bahasa latin “*status*” atau “*statista*” yang berarti negara. Pada awalnya statistika diartikan sebagai keterangan-keterangan berupa penyajian fakta-fakta yang dibutuhkan dan berguna bagi negara, seperti fakta-fakta tentang situasi perekonomian, kependudukan, dan politik suatu negara. Fakta-fakta tersebut biasanya disajikan dalam angka-angka yang biasa disebut data. Statistika dalam pengertian yang paling sederhana adalah data. Namun dalam arti lain yang lebih luas, statistika adalah kumpulan data dalam bentuk angka maupun maupun bukan angka yang disusun dalam bentuk tabel atau grafik (diagram) untuk menggambarkan suatu masalah tertentu (Qudratullah dkk, 2012).

Statistika secara umum dikelompokkan menjadi 2 yaitu statistik deskriptif adalah statistik yang mempelajari tentang pengumpulan, penyajian, dan pengolahan data. Kemudian yang kedua adalah statistika inferensia, statistika ini mempelajari tentang semua metode yang berhubungan dengan analisis data sampai kepada penarikan kesimpulan mengenai data populasinya.

Analisis regresi menggambarkan sekumpulan teknik statistika yang menjadi dasar pengambilan kesimpulan tentang hubungan fungsional antara variabel prediktor dan variabel respon. Hal ini mengakibatkan analisis regresi telah menjadi sesuatu yang pokok dalam menyelesaikan berbagai permasalahan sehingga banyak penelitian dan tulisan mengenai analisis ini. Analisis regresi juga dapat digunakan untuk membuat perkiraan nilai suatu hubungan variabel terhadap variabel lain. Data dikatakan baik jika bebas dari ketidak normalan, heterokedastisitas, dan autokorelasi.

Analisis regresi secara umum dibagi menjadi 3 yaitu analisis regresi parametrik, analisis regresi semiparametrik, dan analisis regresi nonparametrik. Analisis regresi semiparametrik merupakan gabungan dari analisis regresi parametrik dan analisis regresi semiparametrik (Qudratullah, 2013). Analisis regresi yang paling umum digunakan adalah analisis regresi parametrik yang digunakan jika bentuk fungsi $f(x)$ diketahui dari informasi sebelumnya berdasarkan teori maupun pengalaman masa lalu. Untuk menjelaskan hubungan kedua jenis peubah (variabel) dalam regresi digunakan sebuah kurva yang disebut kurva regresi (Sasmitoadi, 2005).

Apabila kurva regresi diasumsikan telah membentuk pola hubungan tertentu, misalnya berbentuk linear, kuadratik, kubik, dan lainnya, maka dapat digunakan analisis regresi dengan pendekatan parametrik. Sedangkan analisis regresi nonparametrik dilakukan berdasarkan pendekatan yang tidak terkait dengan asumsi bentuk kurva regresi, sehingga memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam bentuk dari kurva regresi atau fungsi regresi $f(x)$.

Keadaan data yang tidak diketahui fungsi regresinya sering kali membuat para peneliti memutuskan untuk menyelesaikan penelitiannya atau menganalisis datanya ke dalam analisis regresi nonparametrik (Qudratullah, 2013). Dalam regresi nonparametrik tidak ada asumsi tentang bentuk $f(x)$. Umumnya fungsi regresi hanya diasumsikan termuat dalam suatu ruang fungsi yang berdimensi tak hingga. Pemilihan ruang fungsi pada regresi nonparametrik biasanya dimotivasi oleh sifat *smooth* atau kemulusan yang diasumsikan dimiliki oleh fungsi regresi (Eubank, 1999).

Pada regresi parametrik sering terjadi asumsi-asumsinya tidak terpenuhi. Solusi dari masalah tersebut adalah mengestimasi fungsi regresi dengan pendekatan regresi nonparametrik. Estimasi fungsi pada regresi nonparametrik dilakukan melalui data pengamatan dengan beberapa teknik *smooth* tertentu antara lain histogram, estimator *spline*, regresi *spline* terpenalti (*penalized spline* regresi), estimator kernel, deret orthogonal, estimator deret *fourier*, dan estimator *wavelet*. Regresi *spline* merupakan suatu pendekatan kearah pencocokan data dengan tetap memperhitungkan kemulusan (Eubank, 1999).

Regresi *spline* mempunyai keunggulan dalam mengatasi pola data yang menunjukkan naik atau turun yang tajam dengan bantuan titik knot, serta kurva yang dihasilkan relatif mulus. Titik knot merupakan perpaduan bersama yang menunjukkan pola perilaku fungsi *spline* pada selang yang berbeda (Hardle, 1990). Dalam regresi *spline*, pemilihan banyak dan letak knot merupakan hal yang penting. Kemudian dipilih model optimal berdasarkan kriteria tertentu, misalnya nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) minimum. Hal ini membutuhkan waktu yang lama dan jika dilakukan menggunakan *software* memerlukan memori yang besar. Karena itu diperlukan alternatif untuk mengatasi masalah ini, yaitu regresi *penalized spline* dimana knot terletak di titik-titik kuantil dari nilai *unique* (tunggal) variabel prediktor (Ruppert dkk, 2003).

Penlized spline merupakan salah satu jenis metode dari bentuk regresi *spline*. Dalam regresi *Penlized spline* ini modelnya diperoleh dengan meminimumkan *Penalized Least Square (PLS)*. *Penalized Least Square* adalah fungsi penduga yang menggabungkan antara fungsi *Least Square* dan kemulusan kurva (*Smooth*) (Zia dkk, 2017). Keunggulan dari *Penlized spline* ialah memperhitungkan titik knot dan parameter penghalus secara bersamaan, sehingga menghasilkan ketepatan dan kehalusan bentuk secara simultan (Islamiyati dkk, 2017).

Banyak penelitian-penelitian mengenai permasalahan sehari-hari yang menggunakan *penlized spline* misalnya Indeks Pembangunan Manusia, harga penutupan saham, tekanan darah, dan masih banyak lagi penelitian menggunakan *penlized spline*. Pada karya ilmiah ini *penlized spline* akan di terapkan pada kasus presentase kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data SUSENAS September 2018, jumlah penduduk miskin di Jawa Tengah sebanyak 3867.42 ribu orang atau 11,19 persen dari jumlah penduduk Jawa Tengah.

Kemiskinan merupakan persoalan mendasar dan menjadi perhatian serius dari pemerintah. Jumlah penduduk yang banyak dengan sebagian besar penduduknya memiliki tingkat pendidikan yang rendah akan memicu adanya kesenjangan sosial dan terjadi kemiskinan.

Masalah kemiskinan tidak hanya menjadi masalah nasional, melainkan sudah menjadi masalah global. Pada September 2000, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) telah mendeklarasikan sebuah kebijakan yaitu MDGs (*Millenium Development Goals*), dengan sasaran pertama dari MDGs tersebut adalah memberantas kemiskinan dan kelaparan ekstrem (United, 2007)

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki presentase kemiskinan yang tinggi. Negara berkembang ini sebagian besar penduduknya memiliki tingkat pendidikan yang rendah dan tentunya memiliki berbagai masalah dalam mewujudkan kesejahteraan masyarakatnya secara merata. Kemiskinan merupakan masalah yang kompleks, sehingga pemerintah diharapkan bisa mengatasi masalah kemiskinan di Indonesia.

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan perbandingan antara jumlah pencari kerja terhadap angkatan kerja. Pencari kerja yaitu mereka yang tidak memiliki pekerjaan, sedang mencari pekerjaan, mempersiapkan usaha, sudah diterima kerja namun belum mulai bekerja, serta mereka yang putus asa dalam mencari pekerjaan. Sedangkan angkatan kerja yaitu mereka penduduk usia kerja yang bekerja, atau punya pekerjaan namun sementara tidak bekerja dan pengangguran

(Badan Pusat Statistik). Sehingga apabila TPT tinggi maka semakin banyak pula penganggur, hal ini berdampak pada penghasilan setiap keluarga. Oleh karena itu, TPT menjadi salah satu indikasi untuk mendukung kemiskinan.

Selain itu faktor yang mempengaruhi kemiskinan lainnya adalah pendidikan. Pendidikan merupakan peran utama untuk membentuk kemampuan sebuah Negara berkembang untuk menyerap teknologi modern untuk mengembangkan agar tercipta pertumbuhan serta pembangunan yang berkelanjutan (Todaro dkk, 2006) . Esensi dari pendidikan yaitu untuk mengembangkan sumber daya manusia, pengembangan sumber daya manusia ini yang bertumpu pada pendidikan. Pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kerja serta untuk meningkatkan taraf hidupnya (Hadi, 1986).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan membahas presentase kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018 dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline penalized*. Pada penelitian ini akan diteliti adalah presentase kemiskinan di Jawa Tengah sebagai variabel *dependent* sedangkan Tingkat Pengangguran Terbuka dan Pendidikan sebagai variabel *independent*. Oleh karena itu pada penelitian ini mengambil judul “**Analisis Regresi Nonparametrik *Spline Penalized* (studi kasus : Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah Tahun 2018)**”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang ada maka penulis merumuskan beberapa masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah analisis regresi nonparametrik *spline penalized* ?
2. Bagaimana model analisis regresi nonparametrik *spline penalized* pada presentase kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018 ?
3. Bagaimana pengaruh faktor angka partisipasi pendidikan dan tingkat pengangguran terbuka terhadap presentase kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018 ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, batasan masalah sangat diperlukan agar pembahasan fokus pada permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini sehingga tidak ada penyimpangan dari tujuan semula. Maka batasan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Analisis yang digunakan adalah analisis regresi nonparametrik, model regresi nonparametrik yang digunakan adalah model regresi nonparametrik spline dengan menggunakan estimator *spline penalized*.
2. Pemilihan model regresi *spline penalized* terbaik menggunakan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Bayesian Information Criterion* (BIC)
3. Pengolahan data menggunakan software Microsoft Excel, R 3.6.1 ,Rstudio 1.2.1335.

1.4 Tujuan Penelitian

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana S1 Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi ,UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah diuraikan, maka penulis merumuskan beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

1. Mengetahui bagaimana langkah-langkah yang harus dilakukan pada analisis regresi nonparametrik *spline penalized*.
2. Memperoleh model terbaik regresi nonparametrik *spline penalized*.
3. Mengetahui presentase pengaruh angka partisipasi pendidikan dan tingkat pengangguran terbuka pada kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

- a. Bagi penulis sebagai tambahan informasi dan wawasan pengetahuan tentang *Penalized Spline* dan estimasi regresi nonparametrik serta dapat menerapkan teori-teori ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama menjalani pendidikan hingga dapat melakukan penelitian ini, khususnya dalam materi mata kuliah statistika matematika.
- b. Bagi perpustakaan Universitas Islam Negeri (UIN) Yogyakarta, mampu memberikan tulisan atau referensi yang

bermanfaat tentang *Penalized Spline* serta dapat dijadikan sarana pengembangan wawasan keilmuan.

- c. Bagi pembaca mampu menambah wacana ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan dapat dikembangkan ke tingkat lebih lanjut serta memberikan gambaran mengenai presentase kemiskinan di Jawa Tengah.

1.7 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka pada penelitian ini didiskripsikan dan telaah melalui buku, makalah, skripsi, jurnal matematika, maupun sumber lainnya yang terdapat relevansinya dengan objek pembahasan. Berikut adalah penelitaian-penelitain yang berkaitan dengan penelitian penulis adalah sebaga berikut:

Wahyu Kurniasari dkk (2019) membahas tentang *Estimasi Parameter Regresi Spline Dengan Metode Penalized Spline* dengan studi kasus Indeks Pembangunan Manusia menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2015.

Penelitian Nabila Ghaida Zia dkk (2017) membahas tentang *Pemodelan Regresi Spline Menggunakan Metode*

Penalized Spline Pada Data Longitudinal dengan Studi Kasus Harga Penutupan Saham LQ45 Sektor Keuangan dengan Kurs USD terhadap Rupiah Periode Januari 2011-Januari 2016.

Penelitian Dodik Andrianto (2017) membahas tentang *Estimasi Model Regresi Semiparametrik Birespon Multiprediktor Berdasarkan Estimator Penalized Spline* dengan studi kasus Tekana Darah Sistolik dan Distolik pada Rumah Sakit Umum (RSU) Haji Surabaya Tahun 2014-2015.

Adapun detail dari ketiga penelitian diatas dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Model Regresi	Metode Penghalus	Metode Model Terbaik	Kasus
1	Wahyu Kurnia Sari dkk(2016)	Regresi nonparametrik <i>spline</i> dengan estimator <i>penalized spline</i>	GCV	R^2 dan MAPE	IPM menurut provinsi di Indonesia tahun 2015

2	Nabila Ghaida Zia dkk (2017)	Regresi nonparametrik <i>spline</i> dengan estimator <i>penalized spline</i>	GCV	R^2 dan MAPE	Harga penutupan saham LQ45 sektor keuangan dengan kurs USD terhadap ruoiah peroide Januari 2011- Januari 2016
3	Dodik Andrian to (2017)	Regresi Semiparametrik Birespon Multip-Rediktor dengan estimator <i>penalized spline</i>	GCV	R^2 dan MSE	Tekanan darah si-stolik dan distolik pada Rumah Sakit Umum (RSU) Haji Surabaya

					Tahun 2014-2015
4	Nurul Hajatin (2021)	Regresi nonpara- metrik <i>spline</i> dengan estimator <i>penalized</i> <i>spline</i>	GCV	AIC dan BIC	Presentasi kemiskinan di Jawa Tengah Tahun 2018

Adapun persamaan penelitian ini dengan dengan penelitian sebelumnya adalah metode yang digunakan model *spline penalized* dan pemilihan parameter penghalusnya menggunakan *Generalized Cross Validation (GCV)* yang minimum. Sedangkan perbedaan peneliti ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu pemilihan model yang digunakan pada penelitian ini adalah kriteria informasi yaitu *Akaike Information Criterion (AIC)* dan *Bayesian Information Criterion (BIC)* dan peneliti ini dikembangkan model pemrograman menggunakan software R dengan studi kasus Presentase Kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami penulisan pada penelitian ini secara menyeluruh, maka penulis akan menggambarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, pembatasan masalah pada penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas tentang teori-teori yang menunjang dan membantu peneliti sebagai penguat pembahasan analisis dalam penelitian yang dilakukan terkait analisis data menggunakan regresi nonparametrik *spline penalized*

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas tentang Data dan Jenis Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Populasi dan Sampel, Variabel Penelitian, Pengolahan Data, dan *Flowchart*.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang Regresi Nonparametrik, Regresi Nonparametrik *Spline*, Fungsi *Spline*, Fungsi *Spline Penalized*, Model Regresi *Spline* dalam Matriks, Estimasi *Spline Penalized* dengan MKT, Pemilihan Titik Knot Optimal, Pemilihan Parameter Pemulus, Pemilihan Model.

BAB V STUDI KASUS

Pada bab ini akan membahas tentang deskripsi data, menjelaskan plot variabel dependent dengan independennya, memilih titik knot dan lambda optimal, estimasi parameter, membuat model *spline penalized*, serta memilih model terbaik berdasarkan kriteria informasi AIC dan BIC.

BAB VI KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan saran atas kekurangan dari hasil penelitian yang telah dilakukan

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berikut langkah-langkah menentukan model regresi nonparametrik *spline penalized*:
 - a. Mengambil data presentase kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2018 di situs resmi BPS Provinsi Jawa Tengah.
 - b. Mendeskripsikan data meliputi rata-rata data, variansi data, nilai maksimum dan minimum data.
 - c. Membuat *scatter plot* untuk mengidentifikasi model regresi yang akan digunakan.
 - d. Menentukan knot optimal berdasarkan kriteria GCV terkecil.
 - e. Menentukan nilai lambda optimal berdasarkan kriteria GCV terkecil

- f. Mengestimasi parameter regresi *spline penalized* dengan menggunakan MKT atau metode kuadrat terkecil, didapat estimator parameter regresi *spline penalized* sebagai berikut :

$$PLS = (Y'Y - 2\beta'X'X\beta + \beta'X'X\beta) + \lambda\beta'D\beta$$

- g. Setelah mendapatkan knot optimal dan nilai lambda, selanjutnya dilakukan seperti pada poin f. Setelah itu, didapatkan model regresi nonparametrik *spline penalized*.
- h. Langkah terakhir adalah memilih model terbaik, setelah mendapatkan beberapa model regresi nonparametrik *spline penalized* dengan berbagai banyak knot dan berbagai lambda. Selanjutnya yaitu memilih model terbaik sesuai dengan kriteria nilai AIC dan BIC terkecil.
2. Model regresi nonparametrik *spline penalized* di Jawa Tengah tahun 2018 adalah sebagai berikut :

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - k_1)_+ + \beta_3 x_2 + \beta_4 (x_2 - k_2)_+$$

$$\hat{Y} = 34.302231 - 0.374430x_1 - 0.353055(x_1 - 70.09)_+ + 0.137242x_2 + 0.005833(x_2 - 4)_+$$

3. hasil analisa presentase penduduk miskin dengan pendekatan regresi nonparametrik spline penalized di Jawa Tengah tahun 2018 sebagai berikut:

- a. setiap kenaikan 1% Angka Partisipasi Sekolah (APS) dengan menganggap variabel prediktor lainnya konstan, maka berakibat presentase penduduk miskin turun sebesar 0.374% untuk $APS < 70.09\%$. Sedangkan jika $APS \geq 70.09\%$ maka presentase penduduk miskin turun sebesar 0.727%
- b. setiap kenaikan 1% Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dengan menganggap variabel prediktor lainnya konstan, maka berakibat presentase penduduk miskin naik sebesar 0.137% untuk $TPT < 4\%$, sebaliknya jika $TPT \geq 4\%$ presentase penduduk miskin naik sebesar 0.143%.

6.2 Saran

1. menambahkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi presentase kemiskinan untuk penelitian selanjutnya.
2. Masih banyak pilihan metode dalam regresi nonparametrik yang dapat dilakukan dalam mengestimasi kurva regresi seperti estimator kernel, deret fourier, dan lain-lain.
3. Menggunakan estimator lain selain penalized untuk penelitian selanjutnya seperti radial atau Bspline.

Daftar Pustaka

(t.thn.). Dipetik Februari 22, 2020, dari Badan Pusat Statistik: diakses dari <https://www.bps.go.id/subject/6/tenaga-kerja.html#subjekViewTab3>

Alizah, D. N. (2017). *Estimasi Regresi Nonparametrik Penalized Spline Filter Menggunakan Metode Penalized Least Square Pada Data Time Series*. Skripsi.

Andari, A. (2017). *Aljabar Linear Elementer*. Malang: UB Press.

Anton, H., & Rorres, C. (2000). *Elementary Linear Algebra*, 8th Edition. Canada: John Wiley and Sons.

Awat, N. J. (1995). *Metode Statistika dan Ekonometri*. Yogyakarta: Liberty.

Bintariningrum, M. F., & I, N. B. (2014). Pemodelan Regresi Nonparametric Spline Truncated dan Aplikasinya pada Angka Kelahiran Kasar Di Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol 3. No 1.*, Hal. 7-12.

BPS. (2012). *Analisis Data Kemiskinan Berdasarkan Data Pendataan Program Perlindungan Sosial (PPLS)*. Surabaya.

BPS. (2013). *Data dan Informasi Kemiskinan* . Jakarta.

Budiantara, I. N. (2005). Penentuan Titik-titik Knot dalam Regresi Spline. *Jurnal Berkala Jurusan Statistika FMIPA ITS Surabaya, Vol 15* , No 3.

carsel, H. R. (2018). *METODOLOGI PENELITIAN KESEHTAN DAN PENDIDIKAN*. YOGYAKARTA: MEDIA PUSTAKA.

Claeskens dkk. (2009). Asymptotic Properties of Penalized Estimator. *Biometrik*, 96(3) , 529-544.

Dewanto, A. S. (1995). *Kemiskinan dan Kesenjangan Di Indonesia*. Yogyakarta: Aditya Media.

Dwi P, S. A. (2017). *Matriks, Vektor & Terapannya di Bidang Teknik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Efendi, T. (2013). *Pemodelan Persamaan Regresi Spline Kuadratik dengan Menentukan Titik-titik Knot Optimal*. Skripsi.

Eubank, R. L. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing Second Edition*. New York: Marcel Dekker Inc.

Eubank, R. L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. Marcel Dekker: New York.

Hadi, P. (1986). *Pengantar Ekonomi pembangunan*. Yogyakarta: BPFE.

Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.

Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.

Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University.

Harini, S., & Turmudi. (2008). *Metode statistika*. Malang: UIN Malang Press.

Hasan, M. I. (2002). *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Hasan, M. L. (2002). *Pokok-Pokok Materi Statistika 1 (Statistika Deskriptif)*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Hendra, R. (2011). *Determinan Kemiskinan Absolut Di Kabupaten/Kota Propinsi Sumatera utara Tahun 2005-2007*.

Dipetik Februari 29, 2020, dari <http://lontar.ui.ac.id>

Imrona, M. (2009). *Aljabar Linear Dasar*. Jakarta: Erlangga .

Irianto, H. A. (2004). *Statistika Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Islamiyati dkk. (2017). Fungsi Goodness Of Fit Dalam Kriteria Penalized Spline Pada Estimasi Regresi Nonparametrik Birespon Untuk Data Longitudinal. *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya, Surabaya, Universitas Airlangga* , Hal 217.

Islamiyati, A., & Herdiani, E. T. (2012). Penggunaan Regresi Spline Terpenalti dalam Mengidentifikasi Pola Perubahan Nilai Kurs Rupiah di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional IPA IV UNNES 2012* , 2-3.

Islamiyati, A., Fatmawati, & Chamidah, N. (2017). Fungsi Goodnes Of Fit Dalam Kriteria Penalized Spline Pada Estimasi Regresi Nonparametrik Birespon Untuk Data Longitudinal. *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya, 21 Oktober 2017, Surabaya, Universitas Airlangga* , 216-221.

Kurniasari dkk. (2019). Estimasi Parameter Regresi Spline dengan Metode Penalized Spline. *Buletinllmiah Mat.dan Terapannya (Bimaster) Volume 08, No. 2(2019), hal 175-184.* , 175-184.

Maziyya dkk. (Januari 2015). Mengatasi Heterokedastisitas Pada Regresi Dengan Menggunakan Weighted Least Square. *E-Jurnal Matematika* , 20-25.

Nurgiyanto dkk. (2017). *Statistika Terapan Untuk Penelitian Ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Nurgiyantoro dkk. (2017). *Statistika Terapan Untuk Penelitian Ilmu Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Ps, D., & Subagyo, P. (1933). *Statistika induktif*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.

Purwanto dkk. (2005). *Aljabar Linear*. Jakarta: PT. Ercontara Rajawali.

Purwanto, H., Indriani, G., & Dayanti, E. (2005). *Aljabar Linear*. Jakarta: PT Ercontara Rajawali.

Qudratullah. (2013). *Analisis Regresi Terapan*. Yogyakarta: CV Andi Offset.

Qudratullah. (2013). *Analisis Regresi Terapan*. Yogyakarta.

Qudratullah dkk. (2012). *Statistika. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.

Qudratullah dkk. (2012). *Statistika. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.

Qudratullah, F. (2014). *Statistika Terapan Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi SPSS*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Qudratullah, M. F. (2013). *Analisis Regresi Terapan*. Yogyakarta.

Qudratullah, M. F. (2013). *Analisis Regresi Terapan teori, Contoh Kasus dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Andi Offset.

Qudratullah, M. F., Zuliana, S. U., & Supandi, E. D. (2012). *Statistika Cetakan Pertama*. Yogyakarta: SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.

Ruppert dkk. (2003). *Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics*. New York: Cambridge University.

Ruppert dkk. (2003). *Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics*. New York: Cambridge University.

Ruppert, D., Wand, M. P., & Carroll, R. J. (2003). *Semiparametric Regression*. New York: Cambridge university Press.

Safitri, F. T., Suliadi, & A, A. I. (2015). Pemodelan Pola Hubungan Jumlah Penduduk Miskin Terhadap Rata-rata Sekolah Wilayah Jawa-Bali Melalui Regresi Nonparametrik Metode Smoothing Spline. *Prosiding Penelitian SPeSIA* , 38-47.

Sasmitoadi, D. (2005). *Kajian Penggunaan Knot dan Orde Pada Regresi Spline* . Skripsi diterbitkan , Malang: Universitas Brawijaya.

Setiawati, I. (2017). *Pengaruh Produk Domestik Regional Bruto, Pendidikan dan Tenaga Kerja Terhadap Tingkat Kemiskinan di Kabupaten Pinrang*. Makasar: Skripsi.

Simanjuntak, N. (2009). Penaksir Deret Fourier Pada Regresi Nonparametrik . *Tugas Akhk pada Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia* , Tidak diterbitkan.

Sukirno, S. (2013). *Makroekonomi Teori Pengantar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Suliyanto. (2011). *Ekonometrika Terapan : Teori dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: ANDI.

Todaro dkk. (2006). *Pembangunan Ekonomi. Edisi Kesembilan*. Jakarta: Erlangga.

Todaro, & Michael, P. (2000). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Tripena, A. (2011). Penentuan Model Regresi Spline Terbaik . *Prosiding Seminar Statistika Universitas Diponegoro 2011* , 92-102.

United, N. (2007). *Governance for the Millenium Development Goals:Core Issues and Good Practices*. New York: United Nations Publication.

Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observation Data*. Philadelphia: SIAM.

Widyowati, C. (2016). *Pemodelan Presentase Kemiskinan Di Jawa Timur Dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Aditif Berdasarkan Estimator Penalized Spline* . Universitas Airlangga, Surabaya: Skripsi.

World Bank, I. (2005). *Introduction to Poverty Analysis: Poverty Manual*. World Bank Institue.

Yuedong, W. (2011). *Smoothing Spline Method and Applications*. Santa Barbara,California, USA: University of California.

Zia, N. G., Suparti, & Safitri, D. (2017). Pemodelan Regresi Spline Menggunakan Metode Penalized Spline Pada Data Longitudinal. *Jurnal Gaussian Volume 6,Nomor 2* , 221-230.

CURRICULUM VITAE

A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Nurul Hajatin
 Tempat, Tanggal lahir: Pemalang, 29 Maret 1998
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Kewarganegaraan : Indonesia
 Alamat Asal : Kalitengah RT 015 RW 004 Desa Beluk,
 Kec. Belik, Kab. Pemalang, Jawa Tengah
 Alamat Tinggal : Perum Polri Gowok Blok E2, Bantul,
 Yogyakarta,
 E-mail : Nurulhajatin41@gmail.com
 No. Handphone : 085201099264



B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
SD	SD NEGERI 01 BELUK	2004-2010
SMP	SMP NEGERI 01 BELIK	2010-2013
SMA	SMA NEGERI 01 KARANGREJA	2013-2016
S1	UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA	2016-2021